

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Hideshi TEZUKA

GAU: 1725

SERIAL NO: 10/699,825

EXAMINER:

FILED: November 4, 2003

FOR: LONG-LIFE HEAT-RESISTING LOW ALLOY STEEL WELDED COMPONENT AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

- ☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.
- ☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e):
- | <u>Application No.</u> | <u>Date Filed</u> |
|------------------------|-------------------|
|                        |                   |

- ☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

| <u>COUNTRY</u> | <u>APPLICATION NUMBER</u> | <u>MONTH/DAY/YEAR</u> |
|----------------|---------------------------|-----------------------|
| JAPAN          | 2002-322969               | November 6, 2002      |
| JAPAN          | 2003-357568               | October 17, 2003      |

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

- ☒ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee
- ☐ were filed in prior application Serial No. filed
- ☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.
- ☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and
- ☐ (B) Application Serial No.(s)
- ☐ are submitted herewith
- ☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.  
Norman F. Oblon

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

Corwin P. Umbach, Ph.D.  
Registration No. 40,211



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 1 月    6 日  
Date of Application:

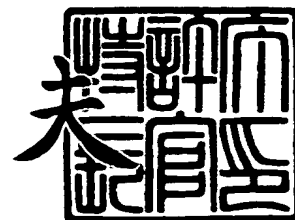
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 2 2 9 6 9  
Application Number:  
[ST. 10/C] :                      [ J P 2 0 0 2 - 3 2 2 9 6 9 ]

出      願      人                      東京電力株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 1 月    5 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫





【書類名】 特許願

【整理番号】 A000203907

【提出日】 平成14年11月 6日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 C21D 9/50101

【発明の名称】 長寿命な耐熱低合金鋼溶接部材の製造方法

【請求項の数】 3

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号 東京電力株式会社  
社内

    【氏名】 手塚 英志

【特許出願人】

    【識別番号】 000003687

    【氏名又は名称】 東京電力株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100058479

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 鈴江 武彦

    【電話番号】 03-3502-3181

【選任した代理人】

    【識別番号】 100084618

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 村松 貞男

【選任した代理人】

    【識別番号】 100068814

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 坪井 淳



【選任した代理人】

【識別番号】 100092196

【弁理士】

【氏名又は名称】 橋本 良郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100091351

【弁理士】

【氏名又は名称】 河野 哲

【選任した代理人】

【識別番号】 100088683

【弁理士】

【氏名又は名称】 中村 誠

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011567

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9107301

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 長寿命な耐熱低合金鋼溶接部材の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 質量%で、C: 0.20%以下、Si: 1.0%以下、Mn: 0.3~0.6%、Cr: 0.5~2.6%、Mo: 0.40~1.13%を含有し、残部が鉄および不可避不純物からなる鋼を熱間加工し、熱処理後、溶接を行う耐熱低合金鋼溶接部材の製造方法において、

前記熱間加工する前に、前記鋼を所定条件下で1回または複数回焼ならすことを特徴とする長寿命な耐熱低合金鋼溶接部材の製造方法。

【請求項 2】 前記鋼が、質量%で、C: 0.15%以下、Si: 0.5%以下、Mn: 0.3~0.6%、Cr: 1.9~2.6%、Mo: 0.87~1.13%を含有することを特徴とする請求項 1 に記載の製造方法。

【請求項 3】 前記鋼が、質量%で、V: 0.25~0.50%をさらに含有することを特徴とする請求項 1 または 2 のいずれか一方記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、火力発電プラントや石油化学プラントなどの高温高压環境下で使用する構造物の耐熱低合金鋼溶接部材、特に、フェライト系耐熱低合金鋼の厚肉構造物を多用する設備に用いられる耐熱鋼の溶接部材の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近時、ボイラの高温高压化及び大容量化が進み、現在では、蒸気圧が316 kg/cm<sup>2</sup>、蒸気温度が566℃で、70~100万kWクラスの大容量を有する火力発電プラントが建設されている。そのようなボイラに使用される鋼管材は大別して炭素鋼、低合金鋼およびオーステナイト系ステンレス鋼に代表される高合金鋼とに分けられ、使用部位の温度および圧力に応じてきめ細かい使い分けがなされている。例えば、使用温度が450℃以上となる再熱器管や過熱器管では耐酸化性および高温強さに優れたMo鋼またはCr-Mo鋼が用いられる。

## 【0 0 0 3】

現在、ボイラとタービンを結ぶ主蒸気管、再熱蒸気管などの大径管には、内圧が高く、温度が高いためC r - M o 系低合金鋼製の厚肉配管が採用されている。特に、高温高圧蒸気が発生する火力発電プラントでは、配管にJ I S G 3 4 5 8 ( 1 9 8 8 ) に規定されるようなフェライト系低合金耐熱鋼が用いられている。

## 【0 0 0 4】

蒸気配管の接合には継手効率が高い溶接が用いられるが、蒸気配管を高温高圧下で長時間連続使用すると、溶接部に種々のクリープ損傷が発生する。クリープ損傷の形態には、図1に示すように4つの種類がある。すなわち、溶接金属（デポジット）3中に生ずるタイプ1の損傷、溶接金属3から溶接熱影響部（H A Z）2までに及ぶタイプ2の損傷、H A Z 2の溶接金属側より生ずるタイプ3の損傷、H A Z 2の母材1側に生ずるタイプ4の損傷である。特に、H A Zの細粒域に生じるタイプ4の損傷は、配管溶接部の寿命を著しく短くするため、国内外で問題視されている。タイプ4の損傷については、例えば、非特許文献1に記載されている。

## 【0 0 0 5】

## 【非特許文献1】

F.V.Ellis,R.Viswanathan著「Review of Type IV Cracking」ASME PV  
P vol.380,1998年10月

## 【0 0 0 6】

## 【発明が解決しようとする課題】

現在、耐熱鋼管は図8の（b）に示すような手順で製造されている。すなわち、鋼材の材料受入検査を行い、この鋼材にマーキングを施し、切断を行って鋼片とする（S 1 1）。続いて、この鋼片を熱間プレス曲げし（S 1 2）、再度マーキング、切断した後（S 1 3）、熱処理する（S 1 4）。次に、機械的に開先加工を施し（S 1 5）、開先合わせをして（S 1 6）、これをサブマージアーク溶接する（S 1 7）。

## 【0 0 0 7】

上記のような手順でフェライト系低合金鋼を加工して耐熱鋼管を製造すると、H A Zにおけるクリープ損傷の発生を避けることは困難であった。特に、厚肉鋼管の製造では大入熱量のサブマージアーク溶接を数十パス行うため、溶接部近傍の母材は多重の熱サイクルを受け、急熱、急冷が繰り返されるためH A Zにおいて結晶粒の微細化が生じやすい。さらに例えば、耐熱鋼管が火力発電プラントの大径管を構成するために使用される場合、その内部を流れる蒸気のために温度が $538 \sim 566^{\circ}\text{C}$ 、圧力が $169 \sim 316 \text{ kg/cm}^2$ という高温高圧環境下に曝され、円周方向に $4 \text{ kg/mm}^2$ 程度の応力が負荷される。このため、溶接熱影響部ではタイプ4のクリープ損傷が生じやすくなり、部材寿命が低下する。そして、損傷が生じた部位を補修するか、または損傷が著しいときには配管そのものを取り替えなければならなくなり、莫大なコストがかかる。

#### 【0008】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、溶接熱影響部にクリープ損傷を生じにくい、長寿命の耐熱低合金鋼溶接部材の製造方法を提供することを目的とする。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の長寿命な耐熱低合金鋼溶接部材の製造方法は、質量%で、C：0.20%以下、Si：1.0%以下、Mn：0.3～0.6%、Cr：0.5～2.6%、Mo：0.40～1.13%を含有し、残部が鉄および不可避不純物からなる鋼を熱間加工し、熱処理後、溶接を行う耐熱低合金鋼溶接部材の製造方法において、前記熱間加工する前に、前記鋼を所定条件下で1回または複数回焼ならすことを特徴とする。

#### 【0010】

本発明の製造方法は、質量%で、C：0.15%以下、Si：0.5%以下、Mn：0.3～0.6%、Cr：1.9～2.6%、Mo：0.87～1.13%を含有するフェライト系低合金耐熱鋼にも適用される。

#### 【0011】

本発明の製造方法は、質量%で、V：0.25～0.50%をさらに含有する

鋼にも適用することができる。

#### 【0012】

本発明者らは、タイプ4のクリープ損傷について鋭意研究した結果、以下のような知見を得た。本発明はこれらの知見に基づいてなされたものである。

#### 【0013】

タイプ4のクリープ損傷の発生機構を模式的に図2に示した。また、タイプ4の損傷を生じた部位から採取したサンプルを透過型電子顕微鏡（TEM）または走査型電子顕微鏡（SEM）により観察した結果を図3～図7の写真に示した。

#### 【0014】

（I）被溶接材の旧オーステナイト（ $\gamma$ ）粒界11には、図2の（a）に示すように粗大炭化物12が残留する。溶接時の熱サイクルにより、フェライト粒13の微細化が促進されるとともに粗大炭化物12が分解してベイナイト14中に固溶し、図2の（b）に示すように析出炭化物密度が極端に高い細粒ベイナイト14が旧オーステナイト粒界11に並ぶようになる。特に、厚肉鋼管の接合には大入熱量のサブマージアーク溶接が用いられ、30～40回繰り返される多重の熱サイクルを受けるため、溶接部近傍のフェライト組織13は急熱・急冷により微細化され、粒界に沿って高炭化物細粒ベイナイト14が生成される。

#### 【0015】

（II）次に、図2の（b）の細粒ベイナイト14の拡大模式図を図2の（c）に示す。溶接後の熱処理および使用中の高温、高圧により、図2の（d）に示すように細粒ベイナイト14の結晶粒界15および結晶粒内14aに粗大炭化物16が再析出し、板状に凝集域が生ずる。図3～5に図2の（d）に相当するTEM写真を示す。図3は倍率約500倍、図4は倍率約3000倍、図5は倍率約10000倍に拡大して示すTEM写真である。特に、図4及び図5からは粗大炭化物16の板状の凝集域とその周りに存在する未凝集の球状炭化物16sとが観察される。

#### 【0016】

（III）さらに、溶接部材を高温、高圧下で長時間使用すると、図2の（e）に示すように細粒ベイナイト14の結晶粒界15に再析出した粗大炭化物16と



基材 14a との界面でクリープ損傷が著しく進行し、クリープボイド 17 が集中的に発生する。このクリープボイド 17 が連結成長することにより、図 2 の (f) 及び (g) に示すように粒界剥離 18 を生ずる。図 6 に図 2 の (e)、(f)、(g) に相当する SEM 写真を示す。図 6 から、粒界に暗黒部 (クリープボイド 17) が生じ、さらにこのクリープボイドが連結し粒界剥離 18 となっている様子が観察される。

#### 【0017】

(IV) さらに、剥離した界面 18 は次々と連結成長し、図 2 の (h) に示すように旧オーステナイト ( $\gamma$ ) 粒界 11 に沿ったき裂 19 に発展する。図 7 に図 2 の (h) に相当する SEM 写真を示す。図 7 から、溶接部材にき裂 19 が生じている様子が観察される。

#### 【0018】

上記 (I) ~ (IV) のような機構で HAZ の母材側でタイプ 4 の割れが生ずる。

#### 【0019】

以上のような知見が得られたことから本発明では、タイプ 4 の損傷の原因である被溶接材の旧オーステナイト ( $\gamma$ ) 粒界に残留する粗大炭化物を低減することにより、耐熱鋼溶接部のクリープ寿命を大幅に改善する。すなわち、鋼を熱間加工する前に所定条件にて焼ならしを施すことにより粗大炭化物を低減する。

#### 【0020】

##### 【発明の実施の形態】

本発明の製造方法の一実施形態を図 8 を参照してより詳細に説明するが、本発明はこれらに限られるものではない。

#### 【0021】

図 8 の (a) に示すように、鋼材 21 の材料受入検査を行う (S1)。この鋼材 21 は、例えば JIS G 3458 に規定されているように、1 回焼ならし焼戻し処理されるか、または 1 回焼鈍処理された材料である。この鋼材 21 にマーキングを行って切断し、鋼片 22 を得る。鋼片 22 を所定温度で焼ならした後 (S2)、引き続き、凹型と凸型を用いて 900 ~ 950℃ の温度範囲で熱間プ

レス曲げを行って曲げ鋼片 22a とする (S3)。焼ならし後、引き続き熱間プレス曲げを行わない場合は、900～950℃の温度範囲に加熱した後に、熱間プレス曲げを行う。

#### 【0022】

次に、曲げ鋼片 22a に再びマーキングした後、切断し (S4)、炉 25 において所定温度範囲で熱処理を行う (S5)。熱処理後、複数の曲げ鋼片を刃受け 26 に載せて切削刃 27 により機械的に開先加工を施す (S6)。その後、曲げ鋼片 22a 同士を開先合せし (S7)、初層から 1～2 層を手溶接とし、以降は全自動サブマージアーク溶接を 30～40 パス行い、直線継目型鋼管とする (S8)。

#### 【0023】

従来、耐熱鋼の溶接を行う際は、図 8 の (b) に示すように、鋼に材料受入検査 (S11) 後、すぐに 900～950℃の温度範囲に加熱して熱間プレス曲げ (S12) を行っていた。ところが、これでは旧オーステナイト鋼粒界に粗大炭化物が残留してしまい、タイプ 4 の損傷が生じる。そこで、本発明では、図 8 の (a) に示すように、材料受入検査 (S1) 後、鋼に焼ならし (S2) を施してから、熱間加工 (S3) を行うこととする。これにより、旧オーステナイト鋼粒界に残留する粗大炭化物を固溶させ、クリープボイドの発生を防止し、タイプ 4 の損傷が生じるのを防ぐ。

#### 【0024】

以下、本発明における種々の限定理由についてそれぞれ説明する。尚、本明細書中において「高温」とは、主として 450～650℃の温度範囲を示すものとする。

#### 【0025】

(成分組成)

以下特に規定しない限り「%」は質量%を示すものとする。

#### 【0026】

(1) C: 0.20% 以下

C は、鋼の強度上昇に寄与するが、0.20% を超えて添加すると S の有害な

作用を助長し粒界割れを生じやすくなるとともに、靱性または溶接性が劣化する恐れもある。このため、Cの含有量は0.20%以下とし、好ましくは0.15%以下とする。尚、高温強度を確保するためには少なくとも0.05%のC量が必要となるので、C含有量は0.05%以上とする。

#### 【0027】

(2) Si : 1.0%以下

Siは、低合金鋼の強度上昇に寄与し、脱酸効果を有するが、1.0%を超えて添加するとHAZ靱性及び溶接性を劣化させる。このため、Siの含有量は1.0%以下とし、好ましくは0.5%以下とする。尚、Si量が少なすぎると鋼中の酸化物系介在物が増加して強度特性が悪化するため、Si含有量は0.15%以上とする。

#### 【0028】

(3) Mn : 0.3~0.6%

Mnは、鋼材の強度、靱性の向上ならびにFeSの生成を抑制する。さらに、粒界割れ防止に有効な元素であり、Sと結合して生ずるMnSは熔融温度が高く、Sの存在による粒界の弱化を防止する。このため、その添加量を0.3%以上とする。一方、0.6%を超えて添加すると焼入れ性の増加を引き起こし、溶接時に硬化層が生成して溶接割れ感受性指数 $P_{CM}$ が高くなる。このため、Mn含有量は0.3~0.6%とする。

#### 【0029】

(4) Cr : 0.5~2.6%

Crは、耐酸化性の向上に有効な元素であるが、その含有量が0.5%未満ではその効果が小さい。一方、2.6%を超えて添加すると溶接性やHAZ靱性を劣化させる。このため、Cr含有量は0.5~2.6%とする。特に、Cr含有量を1.9%以上とすると高温で長時間使用される配管の黒鉛化がきわめて起こりにくくなる。このため、Cr含有量は好ましくは1.9~2.6%とする。

#### 【0030】

(5) Mo : 0.40~1.13%

Moは、焼入性を高めるとともに焼戻し軟化抵抗を高め、高温強度上昇に有効

であり、クリープ強さの増加に最も効果のある元素であるが、その含有量が 0.40%未満ではその効果が十分に発揮されない。一方、1.13%を超えて添加すると溶接性を劣化させるとともに炭化物の析出により降伏比が上昇する。このため、Mo の含有量は 0.40～1.13%とする。

#### 【0031】

(6) V : 0.25～0.50%

V は、少量の添加により焼入性を向上させ、焼戻し軟化抵抗を高める。さらに、Cr-Mo 鋼に V を 0.25% 添加すると高温強さが増し、クリープ強さが増加する。しかし、その含有量が 0.25% 未満ではその効果が十分に発揮されない。一方、0.50% を超えて添加すると溶接性を劣化させる。このため、V を添加する場合、その含有量は 0.25～0.50% とする。

#### 【0032】

(7) 不可避不純物

P : 0.030% 以下

P は鋼中に不純物として含有されるが、偏析を強め、また焼戻し脆性を著しく促進させるため、その含有量を 0.030% 以下に抑える。

#### 【0033】

S : 0.030% 以下

S は鋼中に不純物として含有されるが、FeS は脆く、粒界に晶出して鋼材を脆化させるため、その含有量を 0.030% 以下に抑える。

#### 【0034】

Al : 0.02% 以下

Al は鋼中に不純物として含有されるが、Al が 0.02% を超えて含まれると靱性が低下するため、その含有量を 0.02% 以下に抑える。

#### 【0035】

以上のような組成を有する鋼として、例えば、JIS G 3458 (1988) に規定されている STPA20, 22, 23, 24 を用いることができる。STPA20, 22, 23, 24 の化学成分を表 1 にまとめる。さらに、ドイツ規格 DIN 17175 14MoV63 および英国規格 BS 3604-1 66

0 に規定された C r - M o - V 系低合金鋼に本発明を適用することも可能である。  
。これらの化学成分を表 1 に併記する。

【 0 0 3 6 】

【表 1】

表 1

| 鋼種                  | C         | Si        | Mn        | P        | S        | Cr        | Mo        | V         | Al      |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| JIS STPA20          | 0.10~0.20 | 0.10~0.50 | 0.30~0.60 | 0.035 以下 | 0.035 以下 | 0.50~0.80 | 0.40~0.65 | —         | —       |
| JIS STPA22          | 0.15 以下   | 0.50 以下   | 0.30~0.60 | 0.035 以下 | 0.035 以下 | 0.80~1.25 | 0.45~0.65 | —         | —       |
| JIS STPA23          | 0.15 以下   | 0.50~1.00 | 0.30~0.60 | 0.030 以下 | 0.030 以下 | 1.00~1.50 | 0.45~0.65 | —         | —       |
| JIS STPA24          | 0.15 以下   | 0.50 以下   | 0.30~0.60 | 0.030 以下 | 0.030 以下 | 1.90~2.60 | 0.87~1.13 | —         | —       |
| DIN17175<br>14MoV63 | 0.10~0.18 | 0.10~0.35 | 0.40~0.70 | 0.035 以下 | 0.035 以下 | 0.30~0.60 | 0.50~0.70 | 0.22~0.32 | —       |
| BS3604-1<br>660     | 0.10~1.05 | 0.10~0.35 | 0.40~0.70 | 0.030 以下 | 0.030 以下 | 0.30~0.60 | 0.50~0.70 | 0.22~0.28 | 0.02 以下 |

【0 0 3 7】

## (製造条件)

上記組成を有する鋼を1回または複数回焼ならした後、熱間加工し、熱処理を行った後、溶接を行う。

## 【0038】

## (a) 焼ならし

焼ならしは1回または複数回行う。焼ならしの回数は1回または2回とすることが好ましいが、肉厚及び材質に応じて種々に異なる。特に肉厚が大きい部材や、合金元素(Cr、Mo、V)の添加量が多い部材については、3回以上行うことが好ましい。

## 【0039】

焼ならしは、Ac3点またはAc1点以上の適当な焼ならし温度(例えば、Ac3+50℃)に鋼材を加熱し、一定時間保持の後大気中で放冷するか、またはAr'点直上の温度まで冷却し、この温度に等温変態完了まで保持した後に空冷することにより行う。焼ならしにおいて、上記温度範囲の上限値を超えて加熱すると、 $\gamma$ 粒の粗大化が進み過ぎる恐れがあり、一方、保持温度が上記温度範囲の下限値を下回ると、粗大炭化物の固溶が十分に進まない恐れがある。また、焼ならし温度での保持時間が長過ぎると、 $\gamma$ 粒の粗大化が進み過ぎ、母材強度が低下する恐れがあり、一方、保持時間が短すぎると、粗大炭化物の固溶が十分に進まない恐れがある。尚、焼ならしを行う際は等温保持としても良いし、上記温度範囲内で行う加熱を上記時間範囲内保持するのであっても良い。

## 【0040】

以下に焼ならし処理後の各工程について説明するが、特に限定されるものではなく、従来方法を採用することができる。

## 【0041】

## (b) 熱間加工

熱間加工としては、例えば、プレス加工、ロール成形、曲げ加工等を挙げることができる。このような熱間加工における加熱温度、加圧力等は特に限定するものではないが、焼ならし処理後、引き続き、900～950℃の温度範囲で熱間プレス曲げを行うことが好ましい。焼ならし処理後、引き続いて熱間加工を行わ

ない場合には、900～950℃の温度範囲に加熱した後に、熱間プレス曲げを行うことが好ましい。ここで、焼ならし処理後、引き続き熱間加工を行うと再加熱する工程を省くことができるため、より効率的となり好ましい。

#### 【0042】

本発明の製造方法は、溶接鋼管にも継目無鋼管にも適用することができる。本発明を溶接鋼管に適用する場合、熱間加工は、帯鋼を所望の形状に成形する工程等を含む。

#### 【0043】

##### (c) 熱処理

耐熱鋼管用鋼として例えば、STPA20、22、23、24を用いた場合は、熱間加工（プレス曲げ加工）を行った後、引き続きマーキングし、切断を行い、この後に700～730℃の温度範囲に焼戻す。

#### 【0044】

また例えば、DIN17175に規定されている鋼種コード名称14MoV63材を用いた場合は、熱間加工（プレス曲げ加工）を850～1100℃の温度範囲で行った後、引き続きマーキングし、切断を行い、この後に950～980℃の温度範囲から空冷または厚肉材の場合には液中冷却法（例えば、油焼入れ）により焼入れ、次いで、690～730℃の温度範囲に30分間保持する焼戻しを行う。

#### 【0045】

##### (d) 溶接

本発明は、図8に示すような直線継目鋼管だけでなく、らせん継目鋼管、継目無鋼管等をも対象とする。すなわち、本発明は鋼管を形成するために行う縦（シーム）溶接と円周溶接だけでなく、ボイラや熱交換器などの管－管板溶接、配管溶接などいずれにも適用することが可能である。本発明は厚肉の耐熱低合金鋼管を対象とする。このため、開先を埋めるためには数十パスのサブマージアーク溶接が必要となり、溶接部近傍の母材は加熱、冷却の熱サイクルを繰り返し受け、HAZの幅は2～3mm程度となる。

#### 【0046】



**【発明の効果】**

以上のように本発明にしたがえば、フェライト系耐熱鋼の厚肉配管を多用する設備で広範に使用することが可能であって、サブマージ溶接を用いても溶接影響部にクリープ損傷を生じにくい、長寿命の耐熱低合金鋼溶接部材を得ることができる。

**【図面の簡単な説明】****【図 1】**

溶接部におけるクリープ損傷の種類を説明する模式図。

**【図 2】**

(a) は残留粗大炭化物を説明する模式図、(b), (c) は高炭化物細粒ベイナイトを説明する模式図、(d) は炭化物凝集域を説明する模式図、(e) はクリープボイドを説明する模式図、(f), (g) は粒界剥離を説明する模式図、(h) はき裂の発生を説明する模式図。

**【図 3】**

溶接部材のクリープボイド発生部を倍率約 500 倍に拡大して示す TEM 写真。

**【図 4】**

溶接部材のベイナイト粒の剥離部を倍率約 3000 倍に拡大して示す TEM 写真。

**【図 5】**

図 4 と同じ部位のベイナイト粒の剥離部を倍率約 10000 倍に拡大して示す TEM 写真。

**【図 6】**

図 4 及び 5 と同じ部位のベイナイト粒の剥離部を倍率約 2500 倍に拡大して示す SEM 写真。

**【図 7】**

溶接部材のき裂発生部を倍率約 500 倍に拡大して示す SEM 写真。

**【図 8】**

(a) は本発明の一実施形態に係る溶接部材の製造方法を説明するフローチャ

ート、(b) は従来の溶接部材の製造方法を説明するフローチャート。

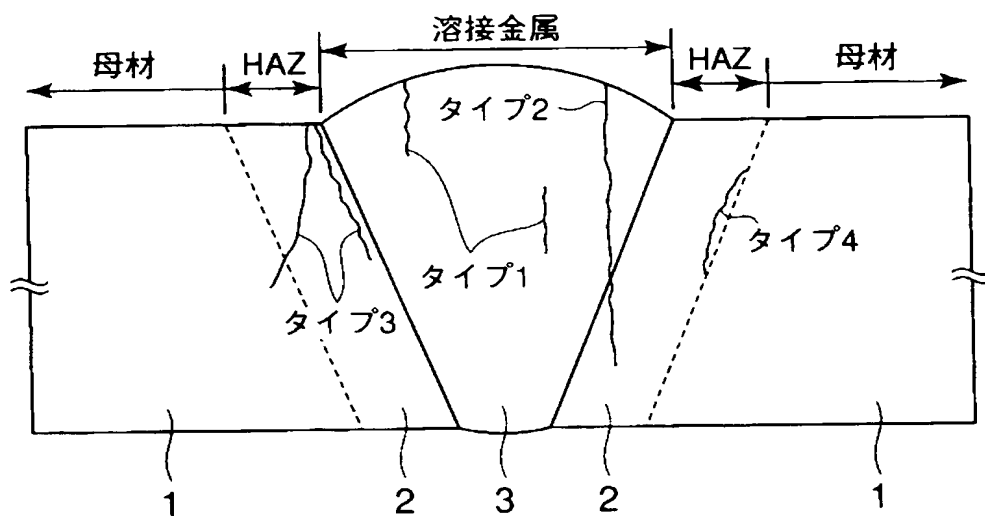
【符号の説明】

- 1…母材
- 2…溶接熱影響部 (H A Z)
- 3…溶接金属 (デポジット)
- 1 1…旧オーステナイト ( $\gamma$ ) 粒界
- 1 2…残留粗大炭化物
- 1 3…フェライト
- 1 4…細粒ベイナイト
- 1 4 a…ベイナイト粒内
- 1 5…ベイナイト粒界
- 1 6…凝集炭化物 (板状炭化物)
- 1 6 s…未凝集炭化物 (球状炭化物)
- 1 7…クリープボイド
- 1 8…粒界剥離
- 1 9…き裂
- 2 1…鋼材
- 2 2…鋼片
- 2 2 a…曲げ鋼片
- 2 3…凹型
- 2 4…凸型
- 2 5…炉
- 2 6…刃受け
- 2 7…切削刃
- 2 8…裏当金

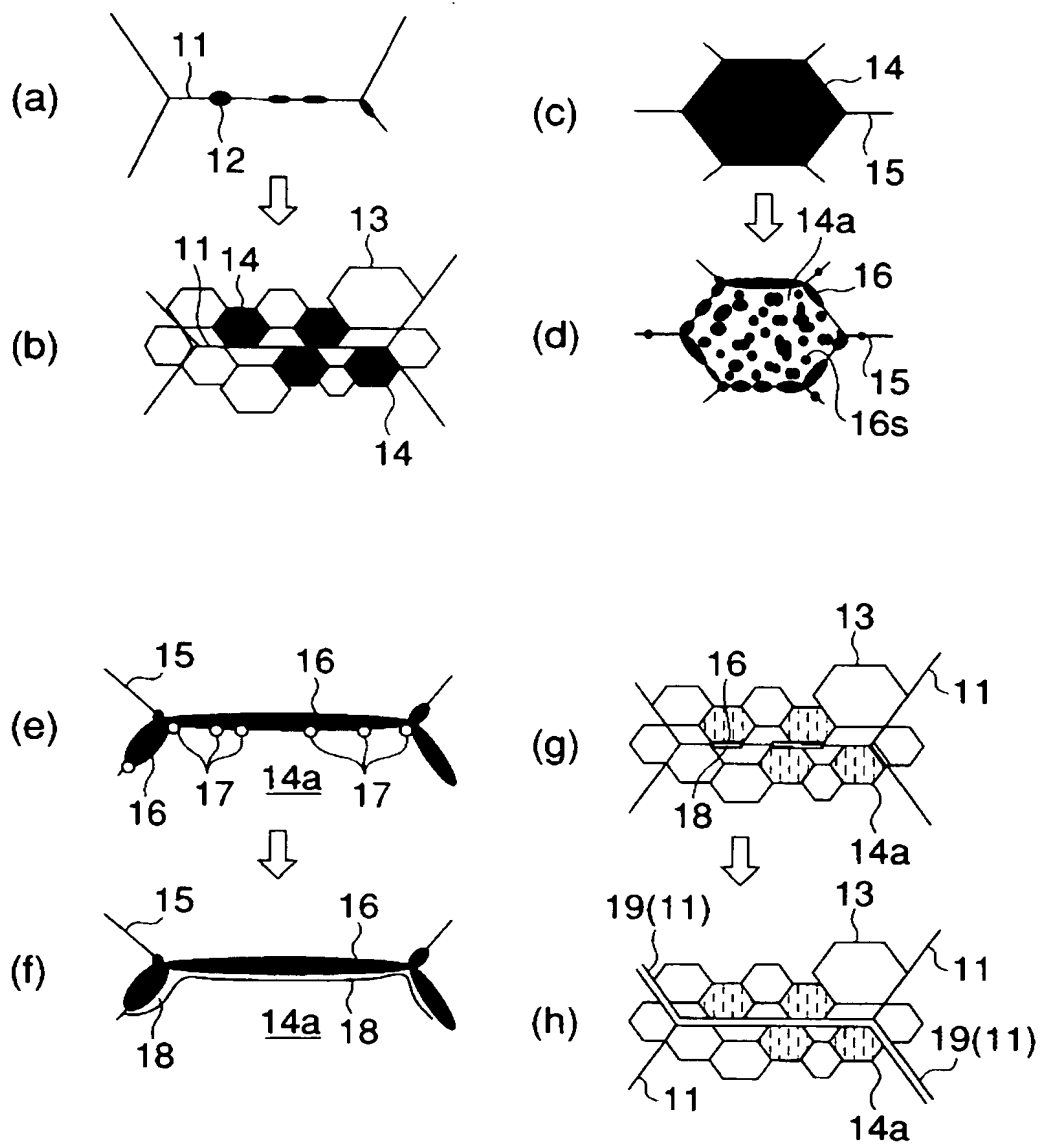
【書類名】

図面

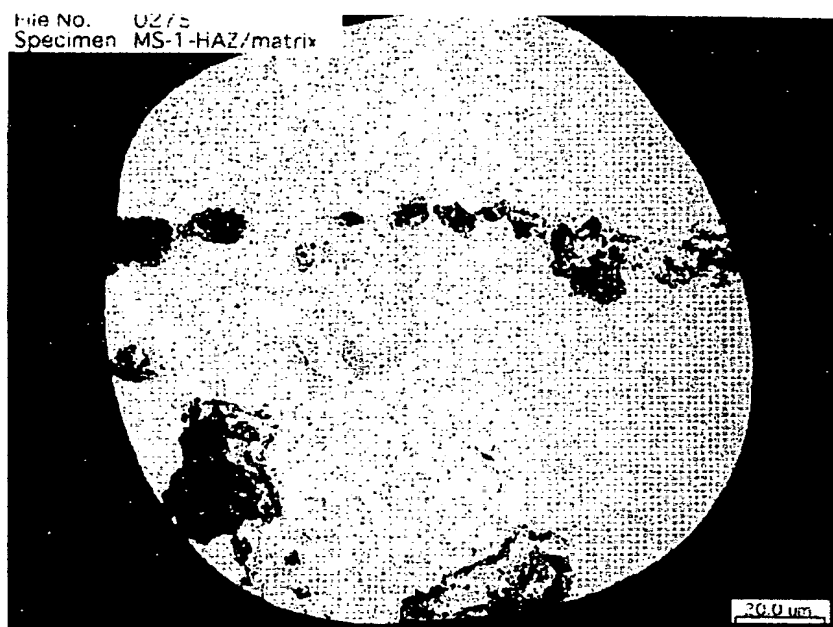
【図 1】



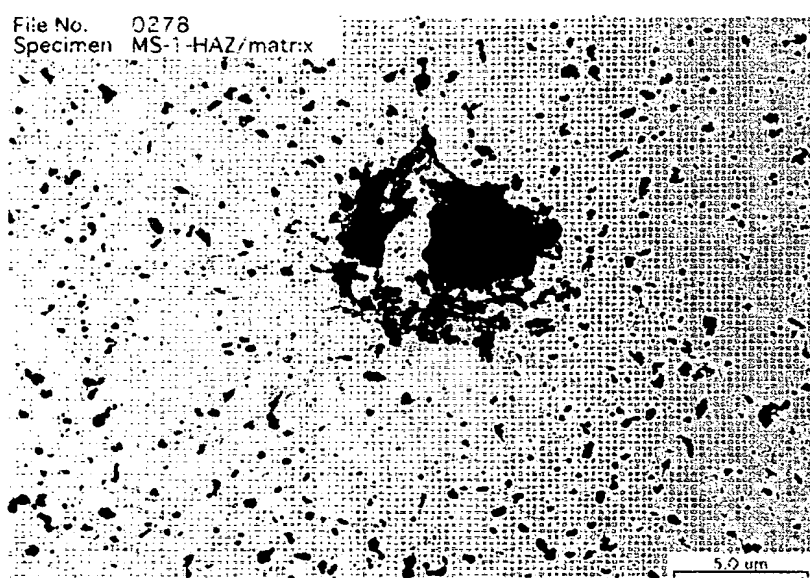
【図 2】



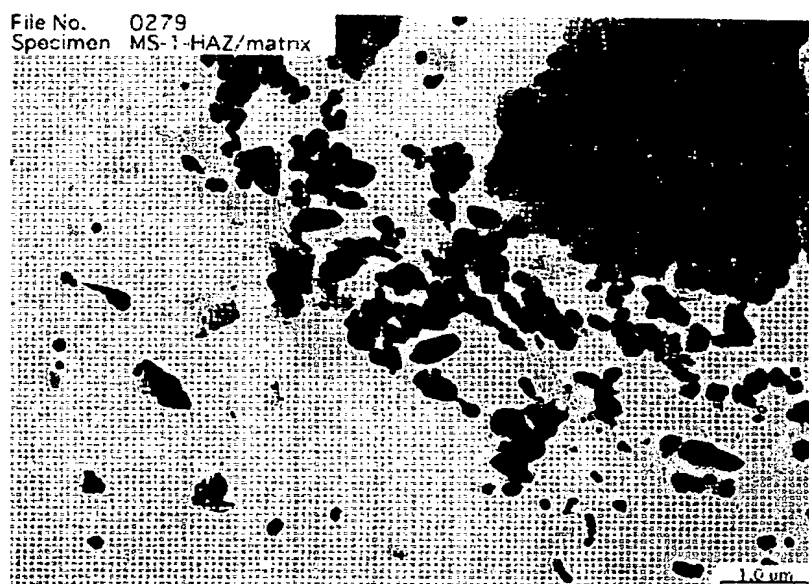
【図 3】



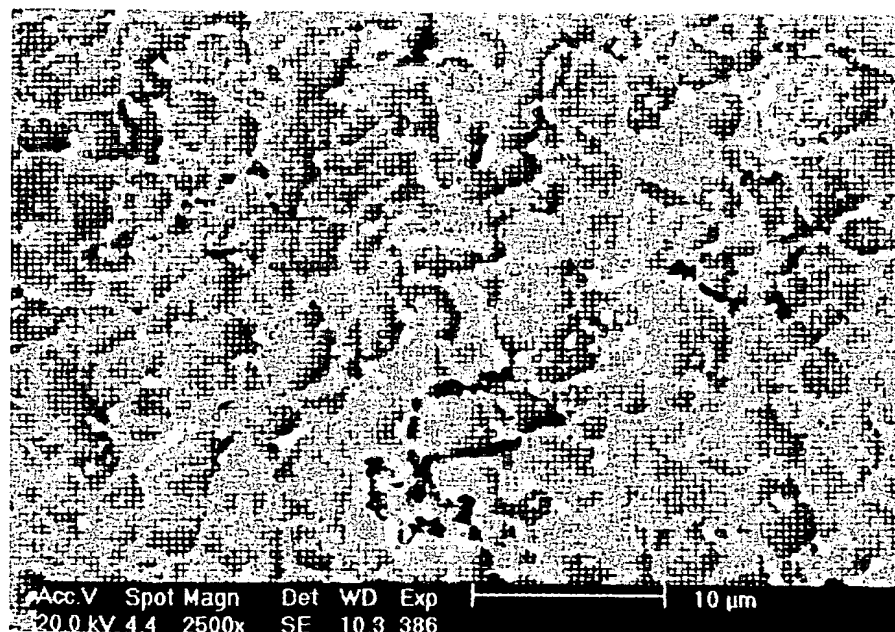
【図 4】



【図 5】

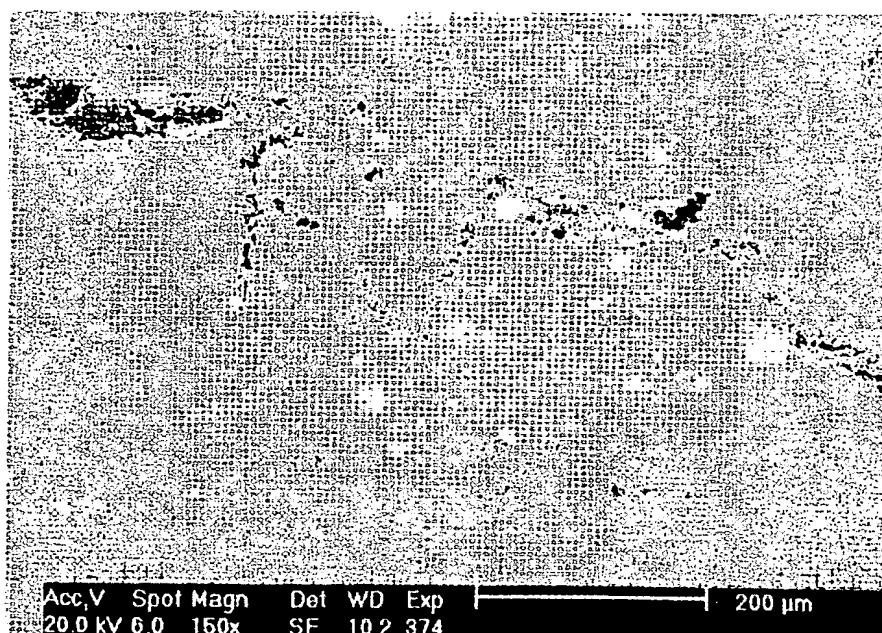


【図 6】

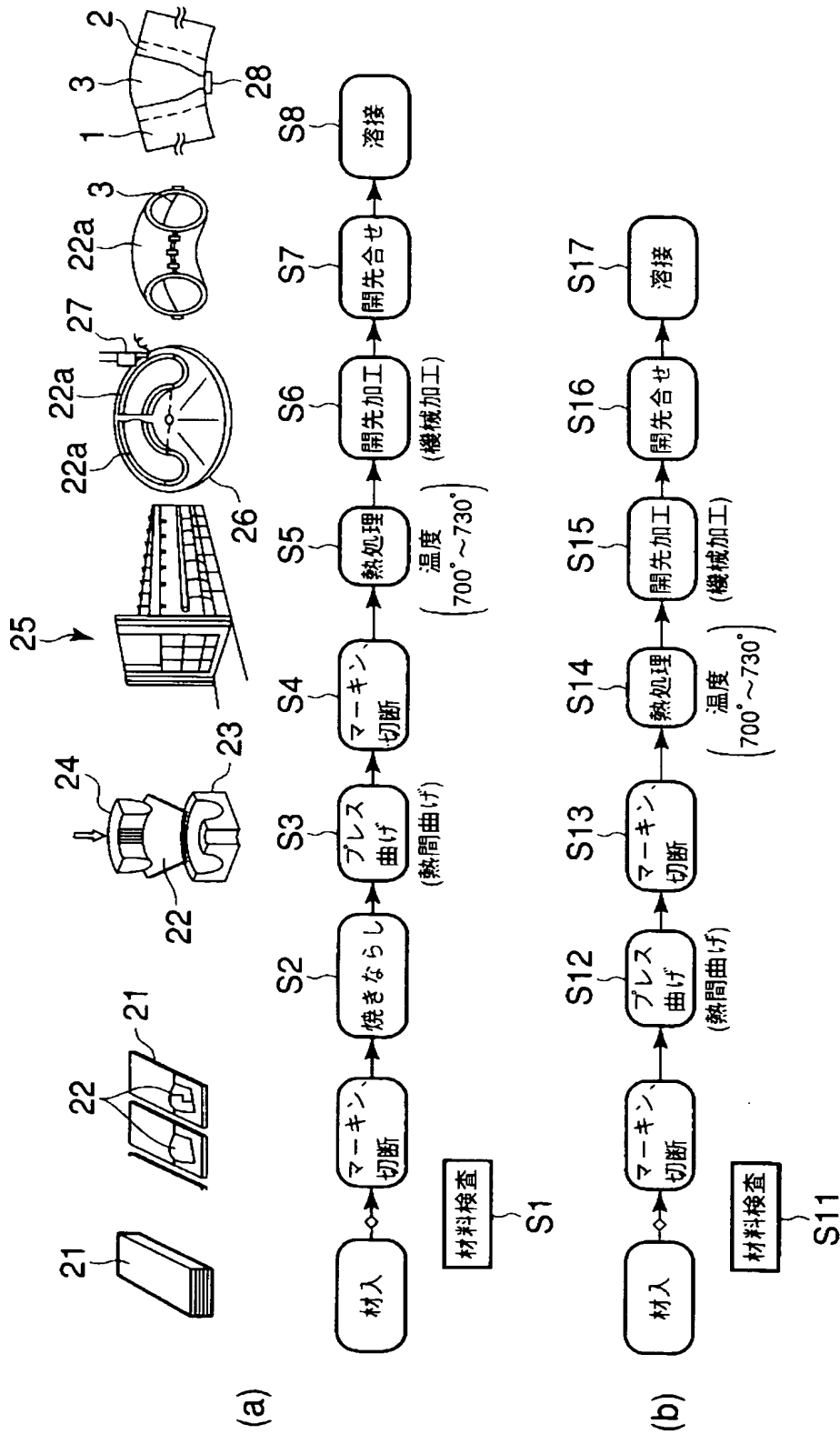




【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 溶接熱影響部にクリープ損傷を生じない、長寿命の耐熱低合金鋼溶接部材の製造方法を提供する。

【解決手段】 質量%で、C：0.20%以下、Si：1.0%以下、Mn：0.3～0.6%、Cr：0.5～2.6%、Mo：0.40～1.13%を含有し、残部が鉄および不可避不純物からなる鋼を熱間加工し、熱処理後、溶接を行う耐熱低合金鋼溶接部材の製造方法において、前記熱間加工する前に、前記鋼を所定条件下で1回または複数回焼ならす。

【選択図】 図8

特願 2 0 0 2 - 3 2 2 9 6 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 6 8 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号

氏 名

東京電力株式会社